

# 超融合架构在医院现代化数据中心的应用实践

陈雪峰 段劲宇 杜安瑞 曾啉祖 杨世林 和丽萍 刘相均 张海艳

(昆明市第三人民医院 昆明 650041)

**[摘要]** 介绍超融合架构技术以及在医疗行业现代化数据中心应用场景, 分析昆明市第三人民医院信息化建设现状、面临的困难及超融合架构应用可行性, 阐述具体实践以及建设成果, 指出超融合架构应用能够提升信息系统安全水平, 提高医疗资源利用率, 节约成本。

**[关键词]** 现代化数据中心; 软件定义; 医疗信息化; 超融合架构

**[中图分类号]** R-056 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-6036.2018.12.009

**Application Practice of Hyper-converged Infrastructure in Modernized Data Centers of the Hospital** CHEN Xuefeng, DUAN Jinyu, DU Anrui, ZENG Dingzu, YANG Shilin, HE Liping, LIU Xiangjun, ZHANG Haiyan, The Third People's Hospital of Kunming, Kunming 650041, China

**[Abstract]** The paper introduces the Hyper-converged Infrastructure (HCI) technology and application scenarios of modernized data centers of the medical industry, analyzes the current status and difficulties confronting the current building of informatization and feasibility of the HCI application of The Third People's Hospital of Kunming, expatiates on the concrete practices and building achievements, as well as points out that application of the HCI can enhance the security level of information system, improve utilization rate of medical resources and reduce costs.

**[Keywords]** modernized data center; definition of software; medical informatization; Hyper-converged Infrastructure (HCI)

## 1 引言

随着智能化和大数据时代的到来, 医疗信息化步入新的发展阶段, 深入的医疗改革和配套出台的信息化政策也促进医疗管理理念从以治疗为中心转变为以患者和数据为中心。面向未来的医疗管理要求对医疗信息化建设提出更高期望, 同时云计算、大数据、移动互联网等新兴信息技术在医疗行业得

到广泛应用和发展, 推动着行业应用水平的进步和提升。

一项针对医疗行业的调查显示越来越多的医疗信息主管 (Chief Information Officer, CIO) 希望数据中心基础设施能够随着医疗业务应用的增长实现性能和扩展性的按需购买、项目的快速交付以及 IT 基础设施的统一管理。Gartner 公司在 2016 年 7 月公布的技术成熟度曲线中超融合架构已经度过概念炒作期, 进入实际落地阶段, 成为现代化数据中心基础架构的标准组件。越来越多的医疗行业用户正将应用迁移到超融合架构之上。

**[修回日期]** 2018-09-11

**[作者简介]** 陈雪峰, 工程师, 发表论文 8 篇。

## 2 超融合架构技术

### 2.1 概念

超融合架构 (Hyper-converged Infrastructure, HCI) 是指在同一套单元设备中具备计算、网络、存储和虚拟化等资源和技术, 包括缓存加速、重复数据消除、在线数据压缩、数据备份与业务连续性保护等元素, 多个节点通过网络聚合以实现模块化的横向扩展, 形成统一资源池架构<sup>[1]</sup>。

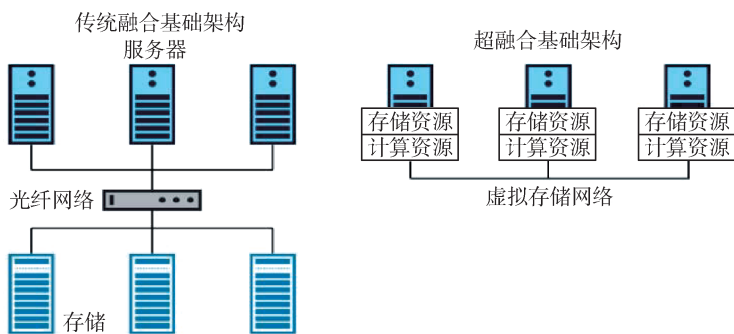


图 1 传统架构与超融合架构不同之处

### 2.2 体系特点

超融合架构以虚拟化软件和行业标准的 X86 服务器为中心来构建, 根据业务应用要求进行扩展, 是软件定义的体系结构, 计算、存储和网络功能与底层基础架构分离, 无需单独的存储阵列和存储局域网 (Storage Area Network, SAN) 组件, 通过集成技术, 超融合架构作为单个系统采用通用工具集进行管理, 通过管理软件实现常规运维, 以达到可靠性、可用性和可维护性。传统架构与超融合架构不同之处, 见图 1。

### 2.3 优势<sup>[2]</sup>

一是可扩展性。通过添加节点来进行横向扩展, 提供线性性能和弹性的基础架构。资源池可根据工作负载进行动态分配, 缓解应用程序工作负载并保持性能一致性。二是简单性。超融合架构在管理和可维护性方面使用一致的界面统一操作并简化管理。所有组件都已进行完全集成、预先配置和测试, 从而使系统易于设置、扩展和维护。三是数据服务。可提供与传统存储阵列服务级别相同的数据服务, 如重复数据消除、压缩、复制以及备份和恢复等。

## 3 医疗行业现代化数据中心应用场景

### 3.1 概述

作为整个业务系统运行的基础架构平台, 超融

合架构具有强大的数据处理能力, 当多个用户同时访问核心业务时系统能够高效、安全运行; 未来业务应用增长, 可平滑升级以适应用户的扩展升级要求。同时超融合架构提供海量级数据存储能力和数据保护工具, 保证系统长时间安全运行。

### 3.2 基于超融合架构的全虚拟化业务平台

以虚拟化技术为基础, 结合 VMware 软件进行全面集成及预配置的超融合架构应用装置可将现有物理机架构转向全虚拟化平台。超融合架构承载包含核心生产业务系统的全院信息化平台, 无论在成本、效率、灵活性、安全性、高可用性, 还是机房占地、供电以及管理运维等方面都具有优势, 有助于医院构建现代化数据中心、支撑医院业务模式的转型。基于超融合架构全虚拟化平台, 见图 2。

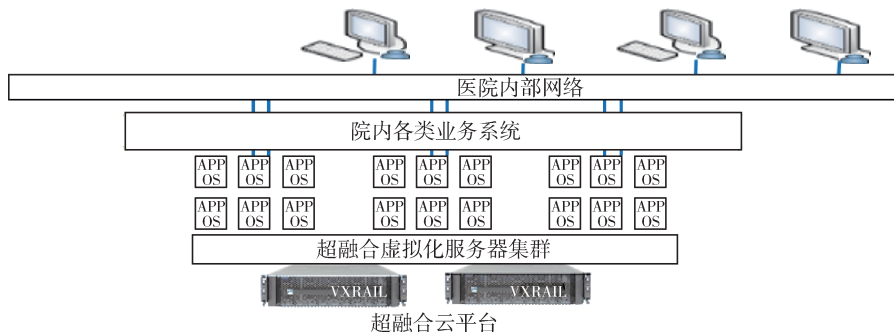


图2 基于超融合架构的全虚拟化平台

### 3.3 完善的统一数据保护平台

引入连续数据保护技术对医院信息系统 (Hospital Information System, HIS), 检验信息系统 (Laboratory Information System, LIS), 电子病历系统 (Electronic Medical Records, EMR) 等关键业务以及虚拟机建立影子虚拟机保护, 重复数据消除技术可对全虚拟化平台业务进行自动化备份以及业务连续性保护, 完善的统一数据保护平台, 见图3。

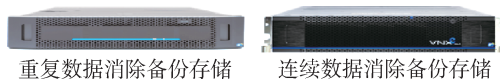


图3 完善的统一数据保护平台

## 4 超融合架构应用实践

### 4.1 信息化建设现状

昆明市第三人民医院成立于1954年1月, 是云南省唯一以肝病、艾滋病、结核病等传染病诊治为重点, 集医疗、教学、科研、预防、保健、社区卫生服务为一体的大型综合性医院<sup>[3]</sup>。随着医院业务不断发展, 以及承担昆明地区突发公共卫生事件应急处置的重大责任, 医院管理层明确提出医疗信息资源的整合能力、整体医疗水平和服务效率是未来的核心竞争力, 需要构建安全、稳定、可靠的信息系统建设科学的信息化基础设施安全保障体系来服务患者和支撑医院的未来发展。昆明市第三人民医院信息化建设经历3个发展阶段, 见图4。一是单机运行阶段。在信息化建设初期业务应用少, 系统压力小, 基础架构

设备简单, 成本优势明显, 而且部署维护简单, 完全可以满足建设要求。但随着业务的增长, 缺少必要的安全保护措施, 维护过程中出现系统服务中断的现象, 影响医院日常业务开展。二是双机热备+区域存储网络阶段。随着业务规模和应用不断扩大, 医院更加注重基础架构的稳定性与IT资源的利用率。此阶段引入共享存储设备, 通过网络连接实现数据共享, 同时新增备用服务器实施双机热备机制。但网络复杂度和风险升高, 新增的服务器利用率低下, 设备资源浪费的问题突出。三是服务器结合虚拟化平台阶段。经过一段时间的尝试和磨合, 医院采用物理服务器结合虚拟化平台对数据中心进行改造升级, 逐步将全院各业务系统迁移到基于VMware虚拟化平台的基础架构上, 实现患者信息网络化以及诊疗信息共享, 提高医院对医疗信息资源的整合能力。



图4 昆明市第三人民医院信息化建设阶段

### 4.2 现阶段信息化面临的困难

4.2.1 现有IT系统架构 随着医院应用的快速发展和规模的不断扩大, 各业务应用部门对信息化的诉求更加迫切, HIS、LIS、EMR、OA、PACS及移动互联网等综合业务应用系统先后上线, 通过前期数据中心虚拟化建设改造, 虚拟化平台承载全院各业务系统, 虚拟机数量超过30台, 数据总容量

约为 19TB, 月数据增量为 30GB, 采用 Oracle 和 SQL Server 等数据库。现有 IT 系统架构, 见图 5。

4.2.2 面临的困难 (1) 存储系统由单台生产存储和两台利旧存储组成, 分别提供关键业务和部分非关键业务数据的存储。生产存储若出现故障所有业务系统服务将中断, 医院全部应用系统都将陷于瘫痪状态, 甚至影响到多年积累的数据, 造成巨大经济损失与社会影响。(2) SAN 网络交换机存在单点故障, 一旦发生故障所有业务系统服务中断。(3) 每 9 小时做 1 次数据增量备份, 每周进行 1 次全备份。如果发生系统故障需要先做恢复, 故障恢复时间较长且备份对象不完整, 预计会损失 9 个小时左右的数据。(4) 没有连续数据保护平台, 无法防范逻辑错误 (如人为误操作等)。云南几家大型医院已发生严重案例。(5) 只有 1 个数据中心机房, 若机房发生意外事故将面临业务中断或数据丢失的风险。(6) 现有服务器购置较早, 性能不足, 同时缺乏应用层容灾手段, 核心业务出现问题不能

自动接管, 恢复需要很长时间。为避免以上风险发生, 保证核心系统业务连续性、数据安全性和系统稳定性, 医院需采用新的数据中心架构, 一方面能够给前端应用提供业务高可用的超融合系统架构, 另一方面可以结合连续数据保护避免逻辑错误发生。

### 4.3 超融合架构应用可行性分析

4.3.1 架构先进性 传统医院数据中心架构大多采用服务器加集中式存储的方式, 需要部署多套专用设备, 维护和管理相对复杂。相比于传统架构, 超融合架构建立在标准的 X86 平台之上, 利用万兆以太网支撑系统间的数据交换, 并且业务均部署在虚拟机上, 实现计算、存储、网络等资源的统一管理, 超融合架构具有强大的横向扩展能力, 可以为现代化数据中心提供最优的性能、灵活性、规模、成本和数据保护, 极大简化复杂 IT 系统的设计<sup>[4]</sup>。超融合架构与传统架构的比较, 见表 1。

表 1 超融合架构与传统架构的比较

比较项目	传统架构	超融合架构
管理方式	分离式管理	服务器、网络和存储进行融合, 在统一平台上维护管理
存储架构	集中式存储	分布式存储
网络架构	FC 光纤交换机	万兆以太网
数据冗余模式	传统 RAID5/6	跨节点 2/3 副本
架构冗余模式	控制器	节点式
性能	以双控制器为主	根据服务器节点数量多节点并发
扩展性	通过增加 RAID 扩展柜来扩展	线性扩展, 扩展能力强, 简单快速
部署运维	专用设备, 配置复杂	配置简单, 标准 X86 架构, 扩容迅速

4.3.2 架构可靠性 对于医院业务系统而言, 最重要的是架构可靠和数据安全。虚拟化技术打破软硬件的紧耦合关系, 软件系统不再依靠某单一硬件环境运行, 硬件系统的故障也不直接影响软件系统运行。此外对于虚拟化后的数据安全可采用多层数据保护机制, 既可以避免因硬件故障 (物理错误) 导致的数据丢失风险, 还可以防止因病毒或人为误操作 (逻辑错误) 造成的核心业务数据丢失。

4.3.3 业务扩展性 “十三五” 期间医院将建设一个标准机房, 可用极少的投入升级为双站点双活数据中心架构, 未来还可在分院建设异地机房, 平

滑扩展至“两地三中心”异地容灾架构, 大大提高设备资源利用率, 减少重复投入, 节约成本, 建立全面覆盖、高性能且稳定安全的医院现代化数据中心基础架构。

### 4.4 超融合架构应用实践

4.4.1 架构设计 围绕性能升级、完善备份、灵活架构、面向未来的核心理念和诉求, 以两套 (8 节点) VxRail 为核心的超融合架构构建生产系统云平台, 解决机房目前空间紧张与供电能耗压力; 引入 RecoverPoint for VMs 对 HIS、LIS、EMR、OA 等

关键业务虚拟机建立业务连续保护，通过高效的重复数据消除技术对全局虚拟化平台进行自动化备份，构建完善的统一数据保护平台，未来还将考虑基于 VSAN Stretch Cluster 实现超融合的双活，VxRail 超融合架构平台，见图 6。(1) 超融合架构的生产系统云平台。目前已将现有生产存储上的 Oracle 数据库、VMware 虚机文件、病案文件等全部

部署到 VxRail 超融合系统上，承载全院 95% 以上的业务系统。(2) 网络链路冗余。两台冗余的万兆以太网交换机保证超融合系统各节点之间的数据传输，避免单节点、单链路的故障。(3) 统一数据保护平台。核心业务系统均使用 RP4VM 进行秒级业务连续性保护，防止逻辑错误、人为误操作等系统故障。

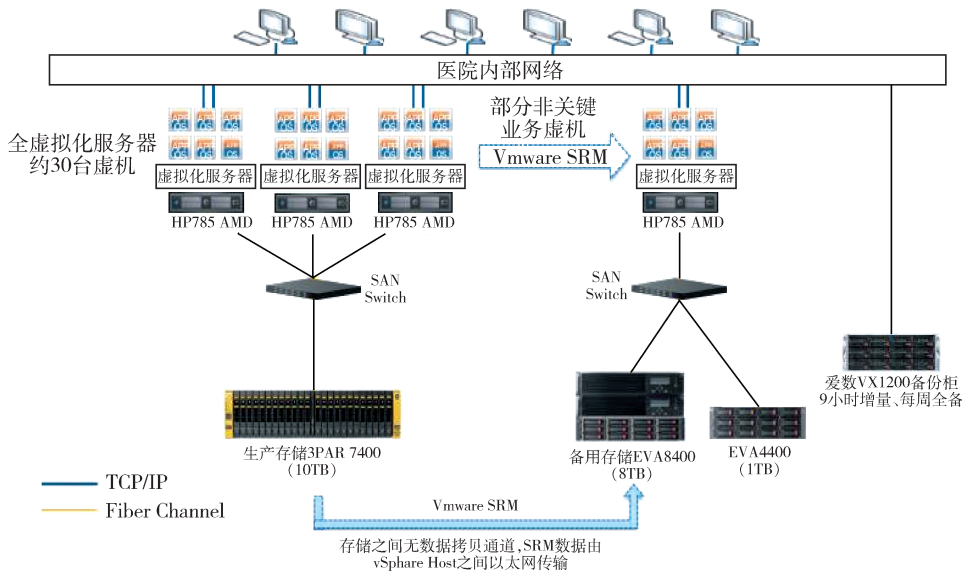


图 5 现有 IT 系统架构

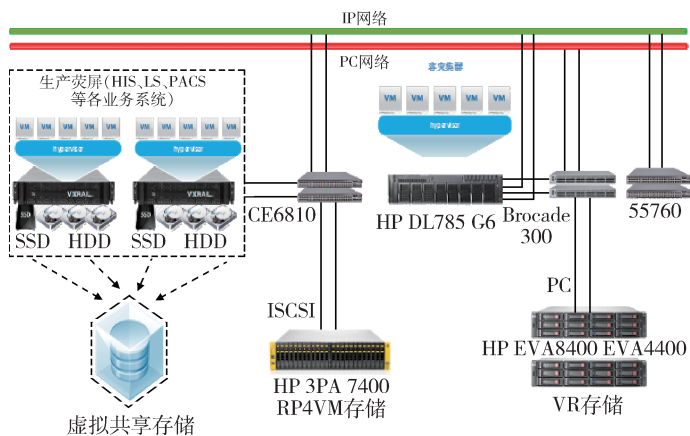


图 6 VxRail 超融合架构平台

4.4.2 超融合架构平台项目建设成果 项目选型的超融合系统及数据保护平台是面向下一代业界领先的现代化数据中心基础架构解决方案。全面集成、预配置的超融合架构是医院部署全虚拟化生产系统云平台最简单、快捷的方式，是对医院传统数

据中心架构的颠覆，以实现医院现代化数据中心转型，从而支撑医院业务模式的转型<sup>[5]</sup>。项目的建设有利于建立医院信息化基础设施安全保障体系，提高信息系统安全等级，降低医院运营成本等，全面提升业务能力和工作质量。(1) 业务效果分析。系

统正式上线后项目组对 VxRail 超融合平台进行压力测试,包括性能测试、强制断网、节点强制关机、强制拔出硬盘等,测试结果显示系统性能较以往提升 8~10 倍,系统运行稳定,前端业务未中断,同时容灾站点数据正常同步,未出现系统停机或者数据丢失等情况。(2) 经济效益分析,见表 2。(3)

社会效益分析。作为昆明地区突发公共卫生事件应急处置的重要一环,医院信息系统、数据安全极为重要。项目建成后医院的信息化基础设施安全保障体系初步构成,为构建安全、稳定、可靠的信息系统,支撑未来医院发展奠定坚实基础。

表 2 经济效益分析

项目	具体收益
产品成本	通过虚拟化技术可以在 1 台服务器上运行至少 30 台原有服务器上运行的关键业务系统,节约服务器、网络、能耗、空间等方面的投入,既符合国家提出的节约投资规模理念,又可以满足实际业务需求
保护投资	利用有限的资金投入使系统得到最大利用,在灾备中心做一定的扩展预留,可以满足未来 5~10 年实际需求,有效保护投资
降低行政成本	通过信息化协作促进医务业务协同与信息共享交换,减少业务部门的重复劳动,以达到节约行政管理成本、行政开支的目的

## 5 结语

超融合架构满足当前 IT 的两大重要趋势:显著的性能提升以及更为紧凑的外观,是目前拥有成本最低、最简单快速和搭建面向软件定义的基础架构的唯一方式。在医疗信息化行业超融合架构可以提升医疗资源和 IT 资源的利用效率。本项目是云南省医疗行业首家采用超融合系统构造医院数据中心并成功运用于核心业务系统的范例。医院信息系统安全等级和水平大幅提高,降低系统宕机、数据丢失的风险,数据中心运行效率提升 8~10 倍,大幅降低数据中心服务器、网络、能耗、空间等方面的投入,取得显著收益。

## 参考文献

- 1 钱朝阳,陆明胜. 浅谈超融合基础架构 [J]. 数字技术与应用, 2016 (9): 216-220.
- 2 李旭,梁宗强,李文,等. 私有云在医院信息化中应用的探讨 [J]. 中华医院管理杂志, 2013, 29 (2): 105-107.
- 3 昆明市第三人民医院. 昆明市第三人民医院医院概况 [EB/OL]. [2018-08-16]. [http://www.km3h.com/view\\_177.shtml](http://www.km3h.com/view_177.shtml). 2014.
- 4 刘东东软集团 IT 技术咨询顾问. 超融合架构与传统 IT 架构有哪些区别 [EB/OL]. [2017-01-18]. <http://www.talkwithtrend.com/Question/225905>. 2107.
- 5 张钧,王相峰,李俊杰,等. 基于 VMware 虚拟化技术的医院信息化系统的实现 [J]. 中华医院管理杂志, 2013, 29 (2): 108-110

## 敬告作者

《医学信息学杂志》网站现已开通,投稿作者请登录期刊网站: <http://www.yxxxx.ac.cn>, 在线注册并投稿。

《医学信息学杂志》编辑部